

声音

从数字孪生到零碳工厂“绿色智造”如何破局？

访埃马克集团首席执行官 Markus Clement

在欧洲工业版图中，德国以精密制造的硬核实力稳居“欧洲工业”的核心位置。作为工业制造的“母机”——机床，犹如金属加工的“魔法锻造台”，将冰冷的钢材转化为承载工业文明的精密构件。

斯图加特是“奔驰”的故乡，在距离市中心40多公里的地方，有一

技术革新：数字孪生与人工智能赋能机床产业

《中国经营报》：不久前，我们刚刚参观了2025德国汉诺威工业博览会，很多企业展示了数字孪生技术，埃马克也在做自己的数字孪生技术的应用，你认为这项技术将给制造业带来哪些影响？深耕数字孪生技术的价值何在？

Markus Clement：埃马克在数字孪生领域开展工作已经有一段时间了，我们利用模拟器构建所使用的软件整个架构，从操作执行的角度来看，它是有效的。然而，当前大多数客户并没有认识到使用数字孪生技术所带来的附加值。

例如，一个价值数十亿美元或欧元的核反应堆，或者核聚变反应堆，当我们谈论为这样的设施构建一个完整的数字孪生模型，并精确记录所有信息，其重点并不在于盈利性。而当我们考虑一台售价在10万—150万欧元的机床时，情况就不同了，我们希望它能节约早期的开发成本。

所以，当我们开始使用数字孪生技术时，主要是从增强现实和设计的角度，在构建产品之前对其进行验证。但在全球范围内的常规项目执行中，到目前为止，还没有迹象表明或证明它对我们和终端用户有多大好处。

但我们正持续开发数字孪生技术的应用场景，过去的5年时间里，数字技术在埃马克全球的运营中得到了广泛应用，这在一定程度上也

是新冠疫情导致的结果，因为很多沟通只能通过在线会议进行，客户不能再来实地参观。这意味着我们必须向他们展示我们所描述的概念，而且不仅仅是通过平面设计，而是要真正在三维世界中实现。目前面临的最大挑战是如何让客户信任埃马克提供的数字解决方案，并愿意为此买单，因为这不像机床那样是一个实物。

同时，软件系统的研发投入又是巨大的。如何让客户承担这些研发费用，或者为其付费？这是我们面临的

最大挑战。目前，我们首先是进行研发工作，并且要让自己内部信任这个产品，然后再让客户认为这个产品对他们有益并愿意为此付费。

《中国经营报》：2025年，人工智能技术发展得如火如荼，那么人工智能是否如数字孪生技术一样，对机床行业产生重要影响？

Markus Clement：目前，人工智能仍处于起步阶段，只能完成一些简单的任务，比如生成图形或进行语言翻译等。而且从工程师的角度来看，我们还不能完全信任它，尤其是在涉及安全问题时。所以，人工智能仍处于发展过程中。

比如，你可以使用人工智能来构建结构，可以用它来转换和翻译图纸、设计和模型等方面的信息，但如果你需要一个100%的解决方案，至少就目前现有的系统和模型而言，人类仍是不可替代的。

备，更是数字化软硬件一体的解决方案。

进入2025年，全球制造业环境日益复杂，欧盟“碳边境调节机制”（CBAM）过渡期即将结束，美国挥舞起了关税大棒，全球新能源汽车渗透率突破30%……在此背景下，作为高端机床制造商的埃马克又会作出怎样的战略调整？2025年4

月，埃马克集团CEO Markus Clement在德国总部与中国社会科学院工业经济研究所副所长、中国经营报社社长季为民展开了高端对话：围绕德国工匠精神的传承、新能源汽车催生的产业机遇、碳中和目标下的制造革命等核心议题，进行了一场关于未来工业的深度思辨及分享。



市场预判：新能源汽车转型的路线博弈

《中国经营报》：埃马克为很多汽车厂商提供金属加工解决方案，从全球汽车产业发展现状来看，目前主要有燃油车和新能源汽车两条技术路线，你如何看待这两条路线的优缺点以及未来的趋势？

Markus Clement：电动汽车从研发算起，已有100年的历史了。2015年以来，电动汽车的发展可以说是颠覆性的改变，产业发展方向和技术实现方式与以往大不相同。我认为，在电池、电机和传动系统方面，当下仍处于电动汽车发展的早期阶段。

比如我们看到，有人在研究双齿轮设置，还有人在研究驱动方式，不再是采用单一的电机或发动机设置，而是采用轮毂驱动的方式；在扭矩传递方面，也出现了很多由电动汽车推动的不同发展方式，目前仍

处于测试和开发阶段，并且出现了许多新的方向和应用。

再比如，在续航里程、速度等方面，企业仍有很多创新的空间。但我认为，在未来10年，甚至可能更早，不同的制造商将纷纷确立电动汽车的发展模式，届时使用传统汽车还是电动汽车，可能不再会有太大的区别。

如果在国家层面进行观察，在过去的5—10年里，各国在如何引导汽车行业发展方面采取了不同的策略：一些国家通过制定法律和法规来引导，并规范未来的发展框架；而另一些国家则将其留给行业和客户自行决定。

当然，从需求市场来看，中国或一些亚洲大都市，例如在北京、上海以及粤港澳大湾区，电动汽车的发展是非常必要的。但像新疆、贵州这样的地区，考虑到距离和城市规

模等因素，电动汽车的发展就不那么关键了。而在东京、墨西哥城甚至美国的城市，将城市交通向电动汽车方向转变是非常有价值的。

《中国经营报》：当前全球汽车产业正加速向电动化转型，你认为要实现完全的电动化转型需要多久，在这一过程中，存在哪些挑战？

Markus Clement：我想在全球范围内完全依靠电力驱动是不太可能实现的，它只能在特定地区实现，因为各国政府都有自身的判断视角，很难有必然的一致性。因此，从全球角度来看，内燃机技术在一定程度上是不可替代的。

但我相信，随着电动汽车浪潮的持续推进，人们关注的重点也会回到减少二氧化碳排放上，从而在全球范围内推动汽车电动化的发展。我们最终也应该参与到

减少二氧化碳排放的行动中。

你可以想象，在世界上一些地区，人们使用由内燃机驱动的发电机来发电，再为电动汽车充电，这是没有意义的，甚至是疯狂的行为。但由于基础设施不完善或距离太远等原因导致的应用问题，我们可以在现有的所有技术之间找到一个平衡。所以，当我们谈论人造燃料、电动汽车发动机的可能性，以及可能出现的第三、第四种驱动技术时，这些都将为减少全球二氧化碳排放的整体目标增加价值。

在我看来，电动汽车的发展不是一朝一夕就能实现的，但从长远来看，如果一方面发展电动汽车，另一方面依赖煤炭（这些传统能源）来发电，这是没有意义的，因为煤炭在某个时候会枯竭，所以必须有一个全面的可持续解决方案。

可持续发展：从能源转型到绿色工厂

《中国经营报》：新能源汽车的发展，核心就是电能从哪儿来的问题，在能源转型方面，德国或者埃马克所在的地区，是否已开始有所行动？能源转型的挑战在哪儿？

Markus Clement：我们正在向绿色能源转型，曾经转型的成本很高，但现在随着绿色能源的不断发展，其成本甚至比传统能源更低了。

实践结果显示，风能和太阳能的成本已经在降低，与传统的煤炭、天然气发电厂以及核电站相比，成本优势明显。

目前最大的挑战是如何储存和及时供应（绿色）能源，比如如何在合适的时间将太阳能和风能产生的能源储存并输送到合适的地方。如果我们能够解决这个问题，那么就不再需要核

能、煤炭和天然气了。从我个人观点来看，这应该是埃马克关注的重点。

《中国经营报》：请你具体谈谈，在全球气候背景下，埃马克在绿色节能与可持续发展方面将如何行动？

Markus Clement：我们的目标是，到2050年集团范围完全实现零排放。过去三年，我们花了相当多的时间来了解埃马克德国以及全球所有工厂地点实际排放的是哪些类型的污染物。基本上，这可以用二氧化碳排放的三个范围（范围一、范围二和范围三）来定义。首先我们已经了解了全球范围内排放的污染物类型，采取了一些措施来减少排放，比如使用光伏系统来储存能源，提高能源使用效率，全年能源利用率达到85%左右。

在这方面，我们最先进的工厂

是位于莱比锡附近的绿色工厂，我们在那里安装了光伏系统，覆盖了整个屋顶表面。我们还改变了工作方式，使其与每天的日照时间相适应。目前，该工厂实现了碳中和。

我们在霍芬海姆的工厂连接了一个沼气供热系统，在意大利的齿轮磨削、滚齿和铣削专业工厂也安装了光伏系统。埃马克正通过全球基础设施的建设来减少碳排放足迹。

其实，不同的机床设计理念也会导致相当大的能耗差异。例如，自动化对能源消耗有着巨大的影响，更加集成的生产流程能耗更小，为此埃马克的机床将零件库和简单的上下料集成在一起。还有，一台双主轴机床配置一套外围辅助装置，就比两台单机各自配置一套辅助设备更经济。复合机床更节能，

综合成本也更低。

当前我们面临的最大挑战，是供应链上下游的碳排放问题。我们供应链的总排放大约是直接排放污染物的10倍。为了改变这种情况，我们已经开始着手处理这个问题，一步一步地与每个供应商合作，探讨有哪些替代方案和可能性来减少排碳。最终，我们要为客户提供一种能实现零碳排放的产品。

当下，我们必须与每个供应商协商，确定采取什么措施和方法来降低碳排放，并将这些信息反馈给客户，这很困难。它需要我们根据供应商的特点寻找许多个性化解决方案、采用不同方法探索新发展方向，特别是在某些产品无法替代的情况下，这将是未来10年面临的挑战。

老板秘籍

1

如何看待人工智能技术的发展及应用？

目前，人工智能仍处于起步阶段，只能完成一些简单的任务。而且从工程师的角度来看，我们还不能完全信任它，尤其是在涉及安全问题时。

2

如何看待全球汽车产业加速向电动化转型？

在世界上一些地区，人们使用由内燃机驱动的发电机来发电，再为电动汽车充电，这是没有意义的。但由于基础设施不完善或距离太远等原因导致的应用问题，我们可以在现有的所有技术之间找到一个平衡。所以，当我们谈论人造燃料、电动汽车发动机的可能性，以及可能出现的第三、第四种驱动技术时，这些都将为减少全球二氧化碳排放的整体目标增加价值。

记者观察

面对全球“技工荒”德国双元制的破局之道

随着人工智能、新能源等各类新技术的不断应用发展，制造业本身也在不断迭代升级，在这个过程中，人才短缺尤其是“技工荒”问题愈发凸显。

根据教育部、人力资源和社会保障部、工业和信息化部此前发布的《制造业人才发展规划指南》，中国制造业十大重点领域在2025年的人才缺口将高达3000万，特别是高级技工，一直非常紧缺。不仅是中国，全球的制造业都在面临“技工荒”的问题。但作为全球制造业最先进的国家之一，德国“双元制”教育体系，培养了大批具有“工匠精神”的产业工人。多年来，“双元制”培养体系是德国经济成功的基石之一，而Markus Clement就是“双元制”培训项目的优秀代表。

作为一家全球性企业的CEO，在中国人的传统观念里，应该是从小一路读名校的“学霸”，再读个名校MBA，从基层管理工作做到区域负责人，再到全球CEO。Markus Clement的经历却不同，中学的时候，有一段时间他不想再继续上学了，在十年级之后就辍学，作为一名机电一体化人员，他进行了为期三年的学徒实习。直到2012年才开始上大学，也就是完成学徒实习10年之后。在Markus Clement看来，这与刚从学校毕业的经历和心态去学习时相比，会对学习的内容有完全不同的理解。

事实上，在德国，商业领域以及几乎所有职业领域都有学徒实习制，有些学徒实习期可能只需要一年或两年，大多数需要三年半，甚至是四年。而

【老板简介】



Markus Clement

1999—2002年，其在埃马克做了近三年的学徒工，并获得“机械电子技术”熟练工人称号；此后6年，其担任埃马克的设备安装/服务工程师，在全球范围内进行客户工厂的服务和调试工作；2008年后的10多年间，其先后出任埃马克机床（太仓）有限公司服务部经理、生产部经理、运营副总经理、首席制造官、总经理等职务，并于2021年6月任埃马克（中国）机械有限公司总裁一职；2023年1月，其开始担任埃马克集团首席运营官，并于2023年4月正式担任埃马克集团CEO。

且这样的机会并非一次性的，在你生命中的任何时候，只要在学术上具备资格，无论你是16岁、25岁、35岁还是45岁，社会都向你敞开大门，都有机会参与其中。

近年来，德国甚至出现了这样的情况：那些在中学阶段不具备上大学资格的人，一旦积累了足够的专业工作经验，仍然有资格进入大学，可以通过夜校、晚课，甚至是全日制的学习模式来实现。

这些课程，亦不断与时俱进。Markus Clement说，他在学徒实习期时，机械师和电工是严格分开的，但20年后的今天，机电一体化模式已经确立，软件和电子技术融入机械电气环境所带来的复杂性促成了这一转变。

今天，人工智能正在改变千行百业，在培训体系中也纳入这些新技术产生的新需求，可以通过提供信息技术和人工智能方向的新学徒实习项目来实现。

技术替代岗位与劳动力转型、新兴岗位替代传统岗位，是技术大变革时代，任何一个国家和个人都无法阻止的时代浪潮。面对新技术的冲击，德国通过一系列政策措施和制度安排，积极推动劳动力的技能提升和职业转换，将企业培训与职业学校教育紧密结合，为年轻人提供了理论与实践并重的学习机会，使得他们能够更好地适应人工智能时代产业变革带来的岗位变化。同时，德国在学费、工资和社保等都有明确的制度安排，为他们的学习提供了坚实的保障。这些经验，值得中国学习借鉴。

本版文章由中经记者季为民采访、朱松整理撰写